

Sécurité au travail lors de la démagnétisation

1. Aperçu

Ce livre blanc donne un aperçu des directives et règles relatives à la sécurité au travail lors de la démagnétisation des champs électromagnétiques générés.

1.1. Mécanismes de détérioration et de perturbation

En matière de protection contre le rayonnement non ionisant, on utilise des plages de fréquences jusqu'à 300 GHz. Les démagnétiseurs sont généralement utilisés dans une plage à basse fréquence (fréquence réseau 50/60Hz ou inférieure). Si un objet conducteur d'électricité comme le corps humain est parcouru par un champ magnétique alternatif à basse fréquence, cela induit alors des courants de Foucault dans le corps. Si ces courants sont suffisamment forts, ils peuvent stimuler les nerfs et les muscles ou influencer d'autres processus biologiques comme l'absorption d'énergie dans les tissus.

Au sein de ces effets biologiques dans le corps, on distingue les perturbations sensorielles et les effets sur la santé :

- > Les perturbations sensorielles décrivent l'influence des champs magnétiques sur le système nerveux humain. Ces perturbations sont provisoires.
- > Les effets sur la santé décrivent des atteintes à la santé démontrables de la personne exposée ou de ses descendants.

1.2. Sources et principes de base des mécanismes de détérioration et de perturbation

- > FSM Forschungsstiftung Biologie – Gleichfelder und niederfrequente Wechselfelder (Organisme de recherche suisse FSM Biologie – Champs continus et champs alternatifs à basse fréquence) : <https://www.emf.ethz.ch/de/emf-info/themen/biologie/gleichfelder-und-niederfrequente-wechselfelder/wirkungen-niederfrequenter-magnetfelder/>
- > Organisation mondiale de la santé : effets sur la santé des champs électromagnétiques : <http://www.who.int/peh-emf/about/en/whatareemfgerman.pdf>
- > <http://www.emfs.info>: Page d'information de l'exploitant de réseau britannique National Grid plc

2. Directives

Différents acteurs non gouvernementaux et gouvernementaux ont publié des directives et valeurs limites recommandées pour la protection de la sécurité et de la santé des personnes dans le domaine public et privé.

2.1. Aperçu des valeurs limites nationales

Lieu	Sécurité au travail	Protection des personnes Implants	
ICNIRP 1998	ICNIRP Sécurité au travail	ICNIRP Exposition publique	
ICNIRP 2010	ICNIRP Sécurité au travail	ICNIRP Exposition publique	
UE	2013/35/UE	UE 1999	
Allemagne	DGUV-V 15	26. BImSchV	BGI/GUV-I 5111
Suisse	SUVA	NISV	
États-Unis	Pas de valeurs limites à l'échelle du pays. Certains États américains ont des directives. ¹		
Royaume-Uni	The Control of Electromagnetic Fields at Work Regulations 2016 ²	ICNIRP 1998	
Autres pays	http://www.emfs.info/limits/world/		

Tableau 1: Aperçu des directives sur le rayonnement non ionisant

2.2. ICNIRP

Les principales directives viennent de la Commission internationale sur la radioprotection. L'ICNIRP est une commission internationale de recherche sur les effets du rayonnement non-ionisant. Elle élabore des directives avec des valeurs limites. Ces directives sont uniquement des recommandations, mais de nombreux états et organisations s'en servent comme base pour les directives et normes nationales et internationales.

Les directives de l'ICNIRP de 1998 sont les plus répandues ; de nombreux états et organisations s'y réfèrent. En 2010, une version révisée à laquelle se réfèrent l'Allemagne et l'UE a été publiée. Dans la plage de fréquences typique de la démagnétisation (0-50 Hz), les valeurs limites de la directive de 1998 sont plus basses que celles de 2010.

Dans les directives de l'ICNIRP, on différencie l'exposition publique et la sécurité au travail.

Les valeurs limites de l'exposition publique sont environ 5 fois plus basses que celles sur le lieu de travail.

Ces valeurs limites s'appliquent pour une exposition du corps entier. Cela signifie que le champ est calculé sur le corps entier.

¹ <http://www.emfs.info/limits/limits-usa/>

² <http://www.emfs.info/limits/limits-organisations/regulations-2016/>
Raphael Röthlisberger, MSc ETH ME / Chef de projet

2.3. UE: Directive sur la protection des personnes 2013/35/UE

La directive 2013/35/UE a été publiée par le Parlement européen et le Conseil et concerne les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (effets électromagnétiques). Dans cette directive sont définies les prescriptions minimales pour la protection des travailleurs contre les dangers réels ou potentiels pour leur santé et leur sécurité en raison de l'influence de champs électromagnétiques pendant leur travail. Les prescriptions minimales font l'objet d'un accord entre les différentes nations de l'UE. Elles s'engagent ainsi à les transposer dans leurs lois et ordonnances nationales. Cependant, certains États membres peuvent publier leurs propres directives plus strictes.

Dans la directive 2013/35/UE, qui fait référence à l'ICNIRP 2010, on distingue un seuil de déclenchement faible, un seuil de déclenchement élevé et l'exposition des membres corporels.

- > Seuil de déclenchement faible: Valeurs limites d'exposition pour troubles sensoriels. Elles concernent les personnes sensibles et les groupes à risques (personnes avec des pacemakers, implants, etc.)
- > Seuil de déclenchement élevé: Valeurs limites d'exposition pour effets sur la santé. Risque potentiel pour la santé en cas d'exposition continue et prolongée. Lors du travail sur des postes fixes, à définir et expliquer en détail.
- > Exposition des membres: Pour les membres, des valeurs limites plus basses s'appliquent.

2.4. Allemagne: DGUV V-15/BGV B11 Arbeitsschutz

La DGUV (Assurance sociale allemande des accidents du travail et maladies professionnelles) régleme la sécurité au travail pour les secteurs dans lesquels des champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques sont utilisés. La directive définit les valeurs autorisées pour évaluer les expositions (influence du champ électromagnétique sur les personnes) et les méthodes de mesure et d'évaluation. La directive de l'association professionnelle pour la sécurité et la santé au travail (BGV B11) est identique à la DGUV V-15.

Dans cette directive, qui fait référence à l'ICNIRP 2010, on distingue la zone d'exposition 2, la zone d'exposition 1, la zone d'exposition accrue et les valeurs limites pour les extrémités.

- > Zone d'exposition 1 : zone qui comprend les zones contrôlées et les zones dans lesquelles il est garanti, en raison du mode opératoire ou de la durée de séjour, qu'une exposition au-dessus des valeurs autorisées de la zone d'exposition 2 a lieu de manière provisoire uniquement. La zone d'exposition 1 correspond par exemple à un environnement de production.
- > Zone d'exposition 2 : zone qui comprend tous les secteurs de l'entreprise, dans la mesure où ils ne relèvent pas de la zone d'exposition 1, de la zone d'exposition accrue ou de la zone de danger. La zone d'exposition 2 correspond par exemple à un environnement de bureau.
- > Zone d'exposition accrue : la zone d'exposition accrue est une zone contrôlée dans laquelle les valeurs de la zone d'exposition 1 sont dépassées.
- > Extrémités : Pour les extrémités, les valeurs limites peuvent être dépassées d'un facteur de 2,5.

2.5. Suisse: SUVA

Les valeurs limites correspondent aux valeurs de référence pour le lieu de travail de la directive ICNIRP de 1998.

2.6. États-Unis d'Amérique: pas de directive

Aux États-Unis, aucune limite n'a été recommandée et établie pour les expositions des travailleurs aux champs électromagnétiques. Certains états ont cependant publié des directives, tout comme des organisations privées ont développé des lignes directrices pour protéger les travailleurs contre les effets connus d'une exposition élevée.

2.7. Protection des implants

Les implants médicaux sont soumis à des réglementations et doivent minimiser les risques liés aux conditions ambiantes prévisibles (90/385/CEE). Il ne devrait donc pas y avoir de perturbation liée au rayonnement électromagnétique en-dessous des valeurs limites définies dans l'ICNIRP 1998. La définition des distances de sécurité d'un cas spécifique devrait cependant être effectuée en collaboration avec le fabricant de l'implant. En Allemagne, des valeurs limites spécifiques pour les implants ont été publiées par l'Assurance sociale allemande des accidents du travail et maladies professionnelles (BGI/GUV-I 5111).

2.8. BGI/GUV-I 5111

La BGI/GUV-I 5111 est l'Assurance sociale allemande des accidents du travail, elle évalue les influences parasites liées au champ magnétique sur les pacemakers. Les valeurs limites s'appliquent aux personnes portant des pacemakers ou des appareils similaires.

2.9. Protection des personnes

Dans certains cas (grossesse, accessibilité publique du démagnétiseur, etc.), des directives et valeurs limites d'exposition s'appliquent pour le domaine public.

Les directives et recommandations suivantes reprennent les valeurs limites de l'ICNIRP 1998 :

- > UE 1999
- > Allemagne 26e BImSchV
- > NISV (Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non-ionisant)

3. Exemples de zones d'exposition de différents démagnétiseurs traditionnels (Allemagne/UE)

Pour une déclaration spécifique à l'application concernant les démagnétiseurs, les valeurs limites pour la sécurité au travail en Allemagne sont prises en compte. Ces valeurs limites sont réparties dans différentes zones d'exposition.

Les valeurs limites figurent dans le tableau 5. Dans les autres pays avec d'autres valeurs limites selon l'ICNIRP 1998, de plus grandes distances de sécurité doivent être observées.

Les mesures pour les exemples ont été effectuées avec un appareil de mesure de type Narda ELT-400.

Les sondes suivantes ont été utilisées pour définir les distances de sécurité :

- > Extrémités : sonde de 3 cm²
- > Exposition du corps entier : sonde de 100 cm².

3.1. Appareil de table

Le champ magnétique des appareils de table sort directement de la surface. Les valeurs limites sont mesurées à partir de la surface.



Figure 1 : mesure d'exposition d'un appareil de table

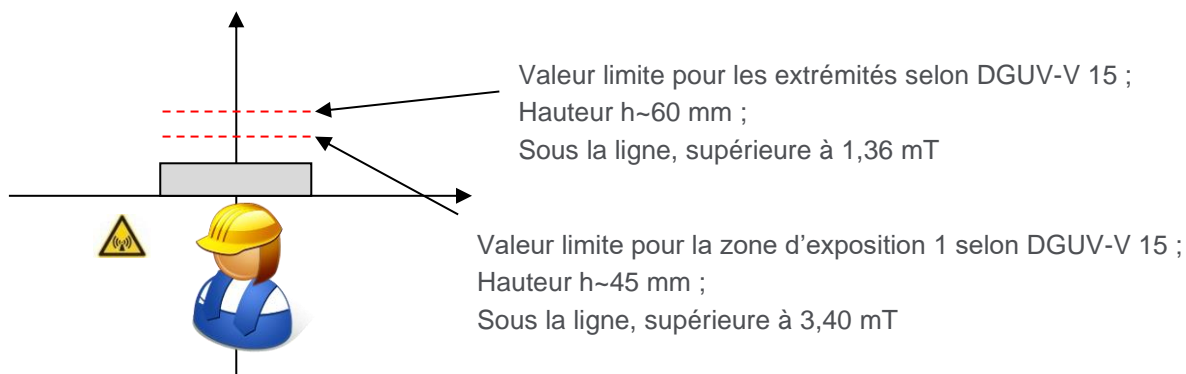


Figure 2 : mesure d'exposition d'un appareil de table

Comme, lors de la mesure, une moyenne de volume total de la sonde est calculée, la distance de sécurité pour l'exposition du corps entier est plus petite malgré la valeur limite beaucoup plus basse. Il est cependant recommandé de respecter la plus grande distance de sécurité.

Bilan

Les valeurs limites autorisées sont dépassées lorsque les pièces à démagnétiser sont retirées à la main sur la plaque. Pour respecter les valeurs limites, la distance de l'utilisateur et de ses extrémités doit être augmentée par rapport au système de démagnétisation. Cela n'est possible qu'avec l'automatisation ou des dispositifs auxiliaires.

3.2. Appareil à main

Le démagnétiseur manuel utilisé de type HE2 génère un flux de fuite à petit volume.

L'évaluation a lieu, en raison des valeurs limites pour les membres, au niveau de la poignée à l'aide de la sonde de 3 cm². Les valeurs mesurées au niveau de la poignée sont inférieures à ces valeurs limites.



Figure 3 : mesure de l'exposition pour les extrémités

Bilan

Tant que la zone active sur la partie inférieure du démagnétiseur n'est pas touchée, les valeurs limites pour les travailleurs ne sont pas dépassées conformément à la DGUV-V 15.

3.3. Bobine à air

Le champ magnétique généré par les bobines à air circule autour de la bobine. Les distances de sécurité définies autour de la bobine doivent ainsi être observées.

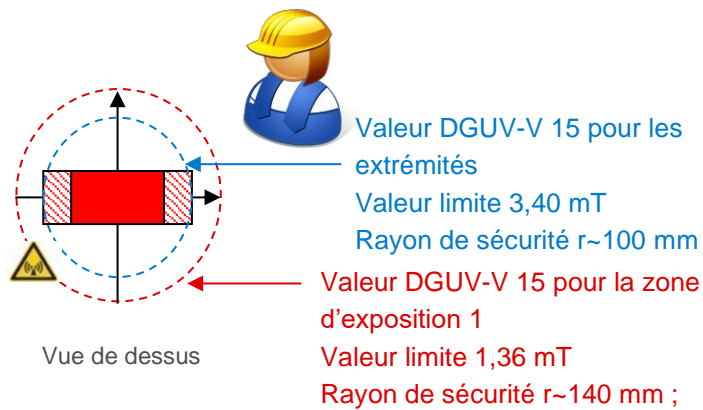


Figure 4 : mesure d'exposition de l'ensemble du corps à une bobine à air

Bilan :

Lorsqu'une personne est située près de la bobine, les valeurs limites définies sont dépassées. Pour un travail conforme aux normes, un dispositif de manutention (p. ex. un convoyeur) doit être prévu.

4. Démagnétiseur à impulsion Maurer-Degaussing

4.1. Sécurité grâce au respect des distances

La démagnétisation à impulsion Maurer-Degaussing suit le processus suivant :

1. Positionnement du composant dans la bobine
2. Déclenchement de la démagnétisation via le tableau de commande sur le module de puissance
3. Démagnétisation du composant (en 7 secondes). L'intensité de champ maximale survient dans les premières secondes qui suivent le démarrage. L'intensité de champ diminue ensuite rapidement.
4. Retrait du composant démagnétisé.

En positionnant le module de puissance en dehors de la zone d'exposition de la bobine, la sécurité au travail peut être garantie.

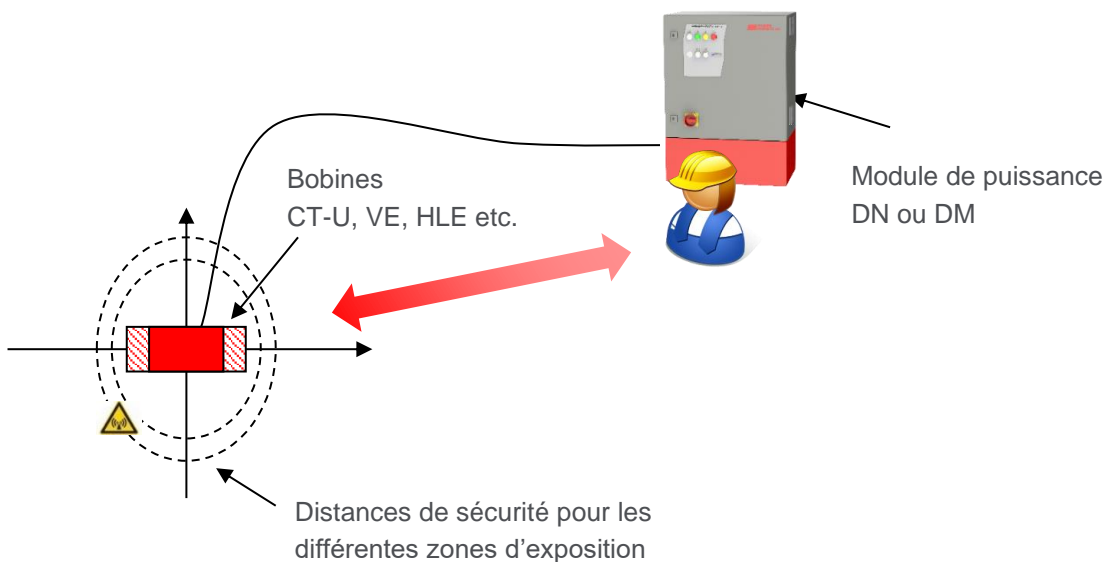


Figure 5 : structure d'un démagnétiseur à impulsion Maurer-Degaussing

4.2. Protection à l'aide d'un blindage

Comme option aux systèmes de démagnétisation, Maurer Magnetic offre des chambres blindées développées en interne. La bobine de démagnétisation est placée dans la chambre blindée et l'exposition est réduite.



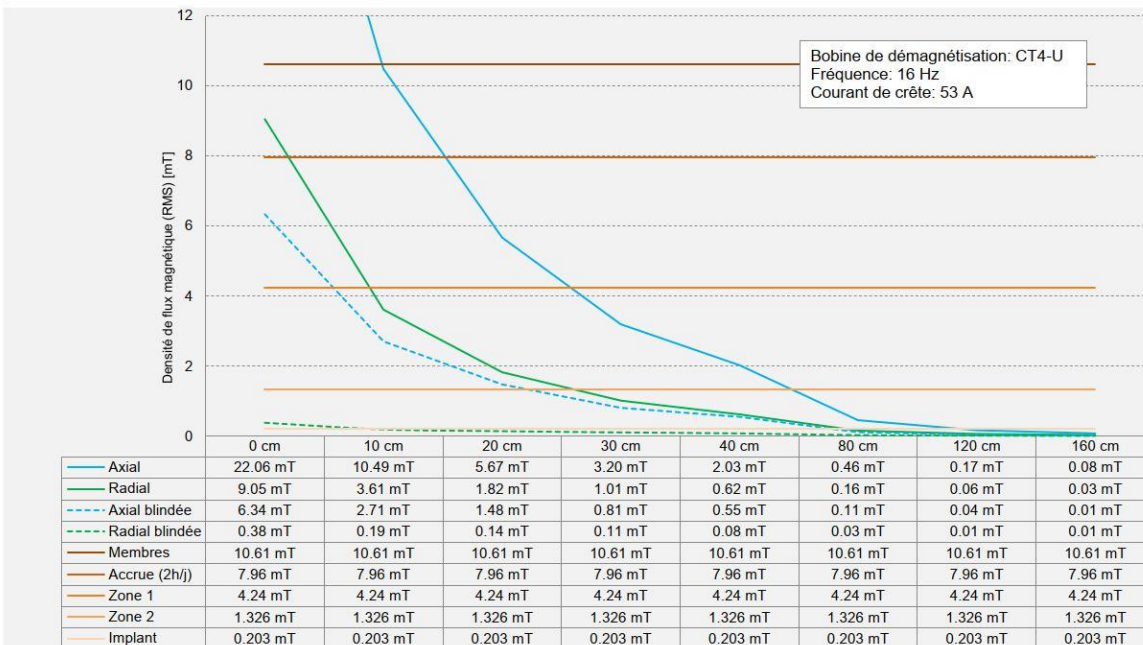
Figure 6 : module de bobine intégré à une chambre blindée

En montant la bobine dans une chambre blindée, les distances de sécurité sont réduites, de même que les influences parasites sur les processus adjacents.

4.3. Mesures de l'exposition aux champs

Sur tous les systèmes de démagnétisation livrés par Maurer Magnetic, des mesures d'exposition aux champs sont effectuées et fournies. Cela permet au client de définir facilement les distances de sécurité. La figure 7 donne un exemple de mesures de l'exposition aux champs.

Mesures de l'exposition aux champs Projet P-18-00005



Spécification de mesure

Instrument de mesure	Narda ELT-400 avec sonde de champ B, surface de section 100 cm	Setup: Detect: PEAK; Low Cut: 1Hz - 8mT...80mT: Mode 80 mT; Range: High - 320µT...8mT: Mode 80 mT; Range: Low - 32µT...320µT: Mode 320µT; Range: High
Description	Directive	Remarque
Membres	DGUV-V 15/BGV B11 Zone d'exposition 1 membres	Pour les extrémités, les valeurs limites peuvent être dépassées d'un facteur de 2.5
Accrue (2h/j)	DGUV-V 15/BGV B11 Zone d'exposition accrue (2h / jour)	2h ne sont pas dépassées en mode impulsion pendant une journée de travail
Zone 1	DGUV-V 15/BGV B11 Zone d'exposition 1	Zone contrôlée (p.ex. production)
Zone 2	DGUV-V 15/BGV B11 Zone d'exposition 2	Zones restantes (p.ex. bureau)
Implant	BGI / GUV-I 5111 Implant	Zone dangereuse pour les personnes avec des pacemakers

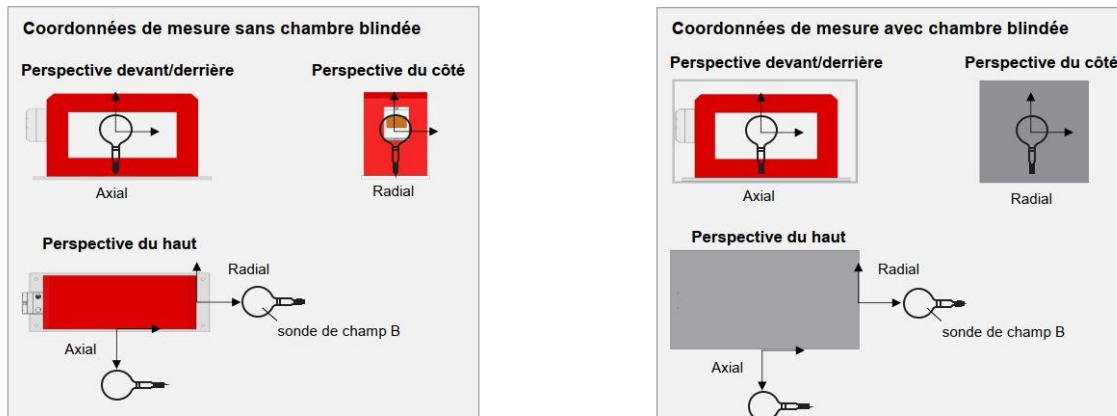


Figure 7 : exemple d'une mesure d'exposition aux champs

5. Valeurs limites pour champs magnétiques basse fréquence

5.1. ICNIRP

Fréquence [Hz]	ICNRP 1998 Exposition publique [mT]	ICNRP 1998 Exposition professionnelle [mT]
1-8	40/f	200/f ²
8-800	5/f	25/f
16	0.3	1.5
25	0.2	1.0
50	0.1	0.5

Tableau 2: valeurs limites de l'ICNIRP 1998 (RMS)

Fréquence [Hz]	ICNRP 2010 Exposition publique [mT]	ICNRP 2010 Exposition professionnelle [mT]
1-8	40/f	200/f ²
8-25	5/f	25/f
25-300	0.2	1.0
16 ⅔	0.3	1.5
25	0.2	1.0
50	0.2	1.0

Tableau 3: valeurs limites de l'ICNIRP 2010 (RMS)

5.2. Union européenne 2013/35/EU

Fréquence [Hz]	Seuil de déclenchement faible [mT]	Seuil de déclenchement élevé [mT]	Exposition des membres [mT]
1-8	200/f ²	300/f	900/f
8-25	25/f	300/f	900/f
25-300	1.0	300/f	900/f
16 ⅔	1.5	18.0	54.0
25	1.0	12.0	36.0
50	1.0	6.0	18.0

Tableau 4: : valeurs limites de l'UE (RMS)

5.3. Allemagne DGUV V15 et BGV B11

Fréquence [Hz]	Zone d'exposition 1 [mT]	Zone d'exposition 2 [mT]	Zone d'exposition accrue 2 h/d [mT]	Extrémités Zone d'exposition 1 [mT]
1-1000	67.9/f	21.22/f	127.3/f	169.75/f
16 ⅔	4.07	1.27	7.64	10.18
50	1.36	0.42	2.55	3.40

Tableau 5: valeurs limites selon DGUV-V 15 (RMS)

5.4. Allemagne BGI GUV-I 5111

Fréquence [Hz]	Valeur limit [mT]
1-300 GHz	0.065*50/f
16 ⅔	0.19
25	0.13
50	0.07

Tableau 6: valeurs limites pour selon BGV B11 (RMS)

5.5. Suisse SUVA

Les valeurs limites SUVA correspondent aux valeurs limites pour le lieu de travail de la directive ICNIRP de 1998.

6. Bibliographie

- [1] ICNIRP Guidelines; For limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz); ICNIRP Publication - 1998 [Directives ICNIRP ; limitation de l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques évoluant dans le temps (jusqu'à 300 GhZ)]
- [2] ICNIRP Guidelines; For limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz - 100 kHz); ICNIRP Publication - 2010
- [3] Directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil ; Journal officiel de l'Union européenne ; 29.06.2013
- [4] DGUV Vorschrift 15; Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder; 1. Juni 2001 [Prescription 15 de l'Assurance sociale allemande des accidents du travail ; prescription de prévention des accidents liés aux champs électromagnétiques du 1er juin 2001]
- [5] BGV B11; Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder; Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit; 1. April 2002 [Consignes de prévention des accidents du travail relatives aux champs électromagnétiques ; BGV ; 1er avril 2002]
- [6] BGI/GUV-I 5111; Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder; DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung; Juni 2009 [Influence des champs électromagnétiques sur les implants ; Assurance sociale allemande des accidents du travail ; juin 2009]
- [7] 26. BImSchV; Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; 16.12.1996 [26e ordonnance d'application de la loi fédérale de protection contre les émissions du 16/12/1996]
- [8] Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant ; ORNI ; 23 décembre 1999
- [9] Valeurs limites d'exposition aux postes de travail 2015 ; SUVA ; janvier 2015
- [10] Recommandation du Conseil relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz) ; 12 juillet 1999
- [11] 90/385/CEE ; Directive du Conseil concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux dispositifs médicaux implantables actifs ; 20 juin 1990

Maurer Magnetic, votre spécialiste des

- > Machines industrielles de démagnétisation
- > Techniques de mesure du magnétisme
- > Interventions de démagnétisation
- > Élimination d'erreurs liées au magnétisme
- > Aimants et systèmes d'aimants